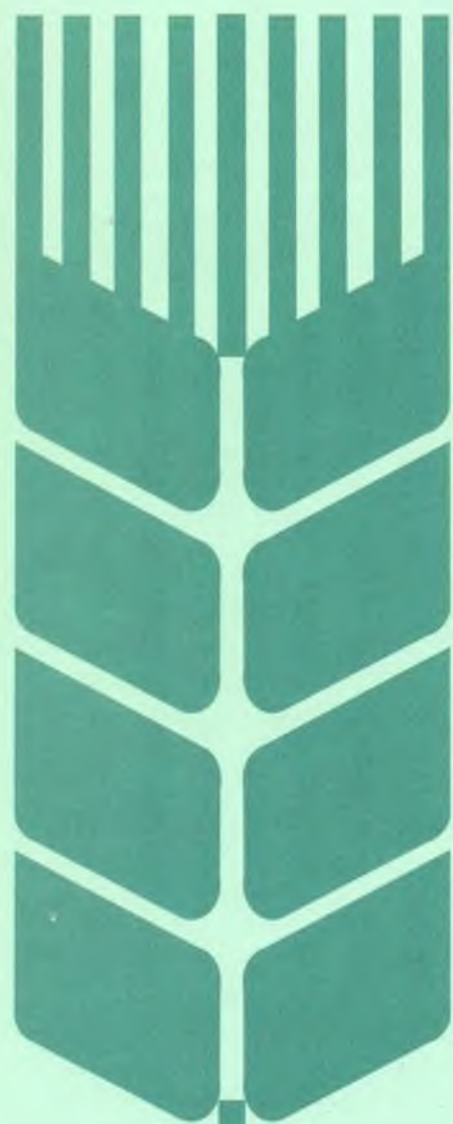


АГРАРНАЯ ЭКОНОМИКА

AGRARIAN
ECONOMICS



- 2 Стратегия научного обеспечения устойчивого развития АПК (интервью с академиком В. Гусаковым)

Экономика сельского хозяйства

- 5 **Анатолий Сайганов, Петр Дроздов, Константин Чернявский**
Предложения по регулированию развития в АПК Беларуси вторичного рынка сельскохозяйственной техники
- 10 **Петр Чухольский**
Мониторинг кооперативно-интеграционных процессов в АПК: объективная необходимость и организационно-экономический механизм
- 16 **Александр Мозоль, Мария Самоховец**
Моделирование продуктивности молочного скотоводства на основе теории нечетких множеств
- 23 **Сергей Наумчик**
Методика анализа деловой активности организаций сферы обращения

Проблемы отраслей агропромышленного комплекса

- 27 **Павел Назаров**
Урожай картофеля в 500 центнеров с гектара – не предел

Зарубежный опыт

- 30 **Галина Миренкова, Оксана Подова**
Развитие сельской местности: опыт и проблемы
- 36 **Дмитрий Кацер**
Перспективы производства и использования топлива из возобновляемых источников энергии в Республике Беларусь и зарубежных странах

Люди аграрной науки Беларуси

- 41 Он проповедовал культ земли (З. Лысенко)

Справочная информация

- 52 Новые издания из фонда Белорусской сельскохозяйственной библиотеки им. И. С. Лупиновича (О. Горобец)
- 54 Современные технологии в информационном обслуживании учреждений науки и образования АПК Беларуси (Н. Шакура, З. Крампульц)
- 56 Цены на сельскохозяйственную продукцию (ноябрь 2007 г.)

Учредители:

Национальная академия наук Беларуси

Государственное научное учреждение «Институт экономики Национальной академии наук Беларуси»

Издатель:

РУП «Издательский дом «Белорусская наука»
ЛИ № 02330/0131569 от 11.05.2005
220141, Минск, ул. Ф. Скорины, 40

Редактура и набор:

Владимир Понада

Компьютерная верстка:

Людмила Кудерко

Подписано в печать 23.11.2007

Формат 60×84^{1/8}

Бумага офсетная № 1

Гарнитура Arial

Усл. печ. л. 6,51

Усл.кр-отт. 26,74

Уч.-изд. л. 5,7

Тираж 216 экз.

Заказ 338

Отпечатано в РУП «Издательский дом «Белорусская наука»

Цена номера:

индивидуальная подписка – 3720 руб.;
ведомственная подписка – 5437 руб.

Редакция не несет ответственности за возможные неточности по вине авторов

Мнение редакции может не совпадать с позицией автора

Перепечатка или тиражирование любым способом оригинальных материалов, опубликованных в настоящем журнале, допускается только с разрешения редакции

Александр МОЗОЛЬ

кандидат экономических наук, доцент
(Белорусский государственный экономический университет)

Мария САМОХОВЕЦ

экономист
(СПК «Боричевичи» Пинского района)

УДК 338.43.636

Моделирование продуктивности молочного скотоводства на основе теории нечетких множеств

Обзор экономико-математических методов прогнозирования эволюционирующих процессов и соответствующих им временных рядов позволяет сделать вывод о том, что универсального, удовлетворяющего всем требованиям и не обладающего недостатками метода прогнозирования не существует. В многочисленных публикациях, посвященных прогнозированию, можно найти описание свыше 150 различных его методов, из которых на практике используется не более 20 [1]. Каждый подход и метод имеют свои достоинства, недостатки, границы применения. Важно отметить, что все они базируются либо на корреляционно-регрессионных моделях, либо на трендах, для представления которых выбираются наиболее подходящие экстраполяционные зависимости. Глубокий анализ временных рядов продуктивности сельскохозяйственных животных показывает слабую адекватность этих моделей указанным рядам. Причиной тому является скрытая квазипериодичность, наличие долговременной памяти и дробной фрактальной размерности, присущей временным рядам продуктивности животных в зонах рискованного земледелия [2]. В силу этого обстоятельства для построения прогнозной модели продуктивности предлагается новый подход, базирующийся на использовании клеточных автоматов и математического аппарата нечетких множеств и позволяющий разработать методику снижения производственно-экономического риска за счет более точного прогноза продуктивности следующего года.

Для прогноза молочной продуктивности коров используется математическая модель прогнозирования временных рядов, обладающих долговременной памятью. Этот подход основан на использовании инструментария клеточного автомата путем отражения в его памяти всех

существенных закономерностей поведения временных рядов. Исходными данными для данной модели служат элементы временного ряда молочной продуктивности коров СПК «Боричевичи» за 1970–2007 гг. Результатом применения предлагаемого метода к указанному ряду является получение значения ожидаемой в следующем году молочной продуктивности коров в виде нечеткого множества.

Целью исследования является не только получение более точного прогноза ожидаемого среднегодового удоя, но и обеспечение возможно более адекватного отражения стохастической природы моделируемого процесса. Достижение этих целей становится исключительно актуальным в условиях рискованного варианта развития молочного скотоводства. Используемая прогнозная модель ориентирована на прогнозирование среднегодового удоя, который может быть получен в СПК «Боричевичи». При этом указанная математическая модель относится только к пассивным прогнозам, которые опираются лишь на возможное продолжение развития внутренних, собственных тенденций рассматриваемой системы.

Для максимального учета долговременной памяти, присущей рассматриваемому временному ряду, используются интервальные значения прогнозируемого показателя. Для этого рассматриваются три альтернативы молочной продуктивности: оптимистическая (высокий уровень), пессимистическая (низкий уровень) и средняя. Если каждому числовому значению элементов данного временного ряда поставить в соответствие одну из этих альтернатив, получится интервальный временной ряд, или, в другой терминологии, лингвистический временной ряд.

Предметом исследования является временной ряд молочной продуктивности коров в СПК «Боричевичи», представленный в табл. 1.

Таблица 1. Числовой временный ряд молочной продуктивности

Показатели	Годы																	
	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1986	1987	1988	
Нумерация наблюдений, i	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15	17	18	19	
Среднегодовой удой p_i , кг/гол.	2385	2215	2120	2489	2090	2230	2786	2540	3134	2258	2560	3750	3110	2750	3730	3268	3054	

Показатели	Годы																	
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Нумерация наблюдений, i	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
Среднегодовой удой p_i , кг/гол.	3620	3335	3120	3330	2758	3240	3105	2489	3248	2740	2245	2630	1908	2045	2130	2417	2561	2569

Источник: [3].

С целью визуализации временного ряда, представленного в табл. 1, на рис. 1 дано его графическое представление в виде гистограммы.

Преобразование числового временного ряда (ЧВР) в лингвистический временной ряд (ЛВР) означает замену числовых элементов лингвистическими переменными, называемыми термами. Алгоритм преобразования числового временного ряда в лингвистический осуществляется на базе интервального подхода и состоит из нескольких этапов.

Первый этап начинается с визуализации гистограммы, представляющей временной ряд. На ней выделяем точками столбцы, представляющие молочную продуктивность явно высокую и явно низкую. Соединяя эти точки отрезками, получаем верхнюю огибающую ломанную (ВОЛ) и нижнюю огибающую ломанную (НОЛ), представленные на рис. 2.

На втором этапе пару соседних (верхних и нижних) концов средних интервалов соединяем отрезком, в результате чего получаем границы срединной области гистограммы (СОГ).

Результаты работы первого и второго этапов отражены на рис. 3.

На третьем этапе числовой временной ряд преобразуем в лингвистический, осуществляя окрашивание каждого столбца гистограммы, как показано на рис. 4. Рассматривая i -й столбец гистограммы, элемент p_i заменяем термом H , если верх столбца находится ниже СОГ. Если верх принадлежит СОГ, заменяем p_i термом C или термом B , если верх этого столбца находится выше СОГ.

Третий этап, а вместе с ним и работа алгоритма заканчивается тогда, когда элемент p_n заменяется соответствующим термом. Таким образом, в результате применения алгоритма к числовому временному ряду получен лингвистический временной ряд, представленный в табл. 2.

Временные числовые и лингвистические ряды обладают долговременной памятью. Это означает, что они аккумулируют предыдущую информацию об уровне молочной продуктивности и степени ее влияния на последующие значения среднегодового удоя. Иными словами, в этих рядах заключена информация о закономерностях, которые в научной литературе принято относить к так называемой долговременной памяти.

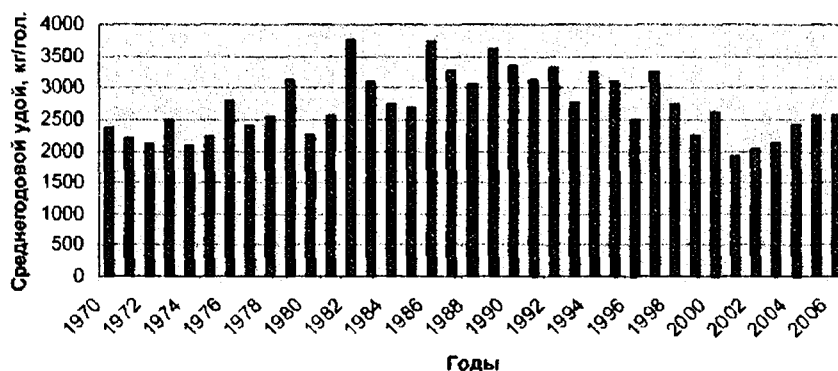


Рис. 1. Гистограмма временного ряда молочной продуктивности коров в СПК «Боричевичи» с 1970 г. по 2006 г.

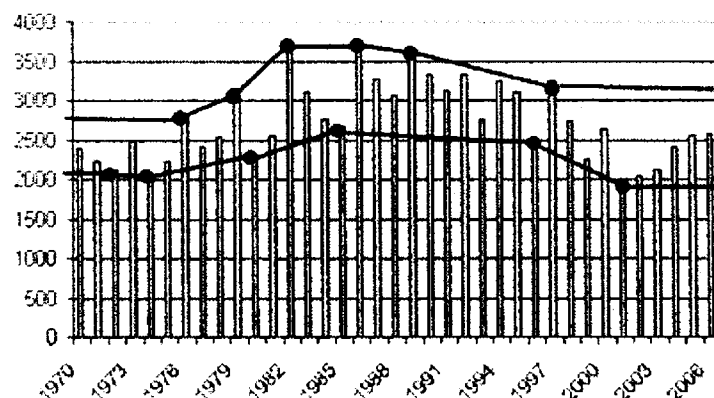


Рис. 2. Графическое изображение временного ряда молочной продуктивности

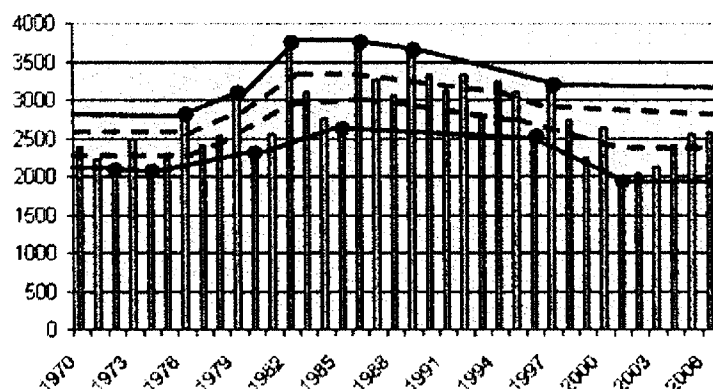


Рис. 3. Определение срединной области гистограммы

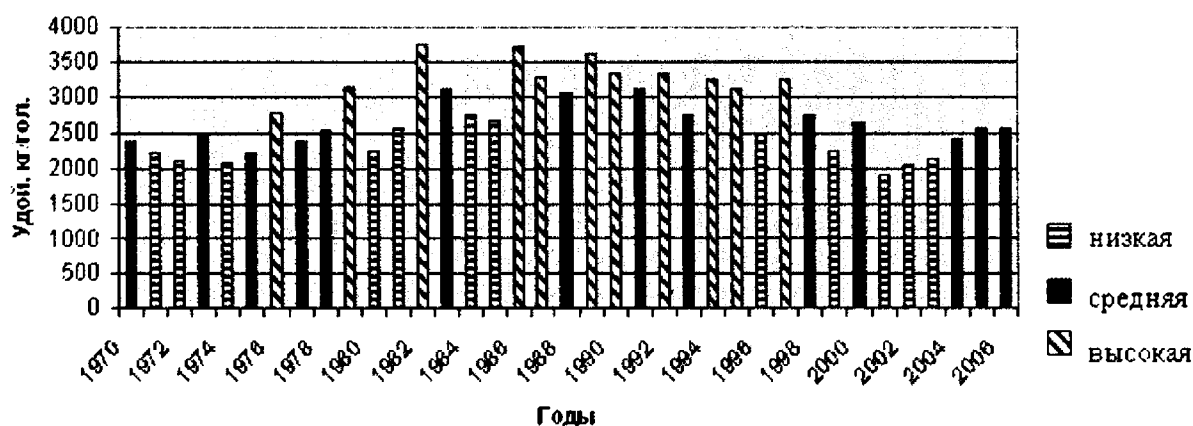


Рис. 4. Гистограмма лингвистического ряда молочной продуктивности

Наличие последней у рассматриваемого числового временного ряда подтверждается результатами его фрактального анализа. Основная числовая характеристика этого результата заключается в том, что полученные значения показателя Херста H колеблются для рассматриваемого ЧВР в пределах от 0,7 до 0,9. Многолетний опыт изучения рядов с таким значением H свидетельствует о том, что в них имеют место долговременные корреляции между текущими и будущими событиями. Эта особенность

является основанием для разработки метода прогнозирования на базе использования долговременной памяти. Из результатов фрактального анализа следует, что для молочной продуктивности в СПК «Боричевичи» глубина памяти рассматриваемого ряда ограничена значением 5.

Наличие в ЛВР долговременной памяти представляется в терминах и понятиях клеточного автомата, в частности, линейного клеточного автомата. В терминах последнего значение лингви-

стической переменной p_{i+k} в ЛВР определяется i -конфигурациями.

Для всякого отрезка длины 1 (Н, С или В) и всякого отрезка длины 2 (ВВ, ВС, СВ, ВН, НВ, СС, СН, НС, НН) из рассматриваемого ряда всякий раз находились случаи переходов в Н, С и В. Признаки памяти были обнаружены при длине 3.

Частотная статистика переходов i -конфигураций формируется поэтапно. Сначала подсчи-

тывается количество ее переходов в каждое из трех состояний Н, С, В. При этом для наглядности строится двудольный орграф, представленный на рис. 5.

Для рассматриваемого ряда молочной продуктивности в СПК «Боричевичи» имеем 5 переходов из Н в Н, 4 из Н в С, 3 из Н в В. Количество переходов из С в Н, С, В равно соответственно 5, 4, 4. Количество переходов из В в Н, С, В – 2, 6, 2.

Таблица 2. Лингвистический временной ряд молочной продуктивности

Показатели	Годы																	
	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1986	1987	1988	
Нумерация наблюдений, <i>i</i>	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15	17	18	19	
Термы	С	Н	Н	С	Н	С	В	С	В	Н	Н	В	В	Н	В	В	С	

Показатели	Годы																	
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Нумерация наблюдений, <i>i</i>	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
Термы	В	В	С	В	С	В	В	Н	В	С	Н	С	Н	Н	Н	С	С	С

Примечание. Рассчитано авторами.

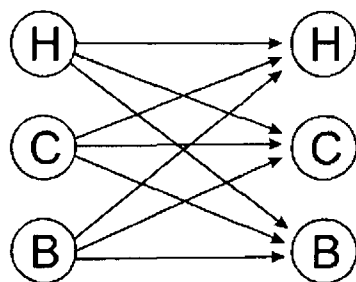


Рис. 5. Орграф переходов из 1-конфигураций в состояние Н, С и В

На основании этих данных можно вычислить эмпирические значения частоты переходов из 1-конфигураций в состояние Н, С, В:

$$w_1(H \rightarrow H) = 5/12, w_1(H \rightarrow C) = 4/12, w_1(H \rightarrow B) = 3/12, \\ w_1(C \rightarrow H) = 5/12, w_1(C \rightarrow C) = 4/12, w_1(C \rightarrow B) = 4/12, \\ w_1(B \rightarrow H) = 2/12, w_1(B \rightarrow C) = 6/12, w_1(B \rightarrow B) = 2/12.$$

Далее для каждой 2-конфигурации подсчитывается количество переходов в каждое из трех состояний (Н, С и В). Для наглядности строятся двудольные полные орграфы, один из которых представлен на рис. 6.

В рассматриваемом ЛВР молочной продуктивности имеем 1 переход из НН в Н, по 2 из НН в С и В, 2 перехода из НС в Н, по 1 переходу из НС в С и В, 1 переход из НВ в состояние В, 2 перехода в С. На основании этих данных можно вычислить эмпирические значения частоты

переходов из 2-конфигураций НН, НС и НВ в состояния Н, С и В:

$$w_2(HH \rightarrow H) = 1/5, w_2(HH \rightarrow C) = 2/5, w_2(HH \rightarrow B) = 2/5, \\ w_2(HC \rightarrow H) = 2/4, w_2(HC \rightarrow C) = 1/4, w_2(HC \rightarrow B) = 1/4, \\ w_2(HB \rightarrow H) = 0/3, w_2(HB \rightarrow C) = 2/3, w_2(HB \rightarrow B) = 1/3.$$

Аналогичным образом вычисляются эмпирические значения частоты переходов из 2-конфигураций СН, СС, СВ, ВН, ВС, ВВ в Н, С и В. Далее рассматриваются 3-конфигурации и вычисляются эмпирические значения частоты переходов из каждой конкретной i -конфигурации в состояние Н, С и В. В случае, если i -конфигурация демонстрирует наличие памяти, осуществляется прогноз термина p_{n+1} , который представляется в виде нечеткого терм-множества $p_{n+1} = \{(H; \mu_H), (C; \mu_C), (B; \mu_B)\}$, где значение функции принадлежности μ удовлетворяет равенству $\mu_H + \mu_C + \mu_B = 1$.

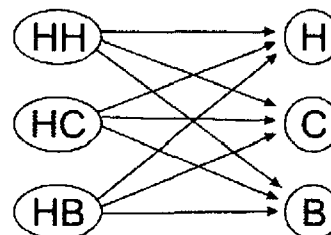


Рис. 6. Орграф переходов из 2-конфигураций в состояние Н, С и В

В рассматриваемом ЛВР 3-конфигурация демонстрирует наличие памяти: $w_3 (HH \rightarrow C) = 1$. Поэтому можно вычислить искомые значения μ_H, μ_C, μ_B . Для этого сначала вычисляем ненормированные значения μ'_H, μ'_C, μ'_B .

$$\begin{aligned}\mu'_H &= w_1 (H \rightarrow H) + w_2 (HH \rightarrow H) + 0 = 0,42 + 0,2 + 0 = 0,62; \\ \mu'_C &= w_1 (H \rightarrow C) + w_2 (HH \rightarrow C) + 1 = 0,33 + 0,4 + 1 = 1,73; \\ \mu'_B &= w_1 (H \rightarrow B) + w_2 (HH \rightarrow B) + 0 = 0,25 + 0,4 + 0 = 0,65.\end{aligned}$$

При этом $\sigma_3 = \mu'_H + \mu'_C + \mu'_B = 0,62 + 1,73 + 0,65 = 3$. Затем вычисляем искомое значение функции принадлежности для терм-множества:

$$\begin{aligned}\mu_H &= \mu'_H / \sigma_3 = 0,62 / 3 = 0,20; \\ \mu_C &= \mu'_C / \sigma_3 = 1,73 / 3 = 0,58; \\ \mu_B &= \mu'_B / \sigma_3 = 0,65 / 3 = 0,22.\end{aligned}$$

В процессе верификации и валидации прогнозной модели подтверждена ее адекватность реальным временным рядам молочной продуктивности в СПК «Боричевичи». Для рассматриваемого ЛВР молочной продуктивности, преобразованного из числового временного ряда, получен непротиворечивый прогноз среднегодового удоя в СПК «Боричевичи» на 2007 год. Он имеет вид нечеткого терм-множества $p_{m+1} = \{(H; \mu_H), (C; \mu_C), (B; \mu_B)\}$, где $\mu_H = 0,20$; $\mu_C = 0,58$; $\mu_B = 0,22$ в терминах лингвистических переменных.

Согласно этому прогнозу, ожидаемый в 2007 г. среднегодовой удой от коровы будет средним с тенденцией приближения к высокому. Трансформацию прогнозного нечеткого терм-множества в числовой прогноз можно осуществить с помощью процедуры дефазификации нечеткого множества. Результатом ее применения является искомый прогноз в виде нечеткого множества $p_{m+1}^0 = \{(2130; 0,20), (2561; 0,58), (3248; 0,22)\}$ и прогнозное значение среднегодового удоя в обычном числовом виде – 2626 кг на голову.

Наряду с прогнозированием молочной продуктивности важно определение уровня произ-

водства, при котором оно безубыточно, а также оптимального объема производства молока, при котором прибыль от него в хозяйстве наивысшая.

Для определения минимально допустимого удоя от коровы, при котором рентабельность производства молока равна нулю, был проведен анализ безубыточности. Его методика основана на определении валовой (переменной) прибыли, которая рассчитывается как разность между выручкой от реализации продукции и переменными затратами. Пороговая выручка, при которой рентабельность равна нулю, определяется как отношение постоянных затрат к удельному весу валовой прибыли в выручке. Пороговый объем реализации продукции равен отношению пороговой выручки к цене товара.

Для СПК «Боричевичи» (при нормативных затратах на 1 корову для достижения среднегодового удоя 2569 кг и сложившихся ценах) пороговый удой составляет 2525 кг.

Результаты проведенного анализа безубыточности производства молока представлены графически на рис. 7.

Для определения оптимальной окупаемости производственных затрат при производстве молока, обеспечивающих наивысшую прибыль на 1 корову и 1 ц молока, используется метод маржинального (предельного) анализа максимизации прибыли.

Данный метод основан на применении закона убывающей доходности. В соответствии с этим законом при росте производства продукции предельные издержки (на производство дополнительной единицы продукции) первоначально уменьшаются, а затем увеличиваются. Если объем выпускаемой продукции увеличивается, но еще не достиг этой точки, издержки на производство каждой дополнительной единицы продукции (предельные издержки) снижаются.

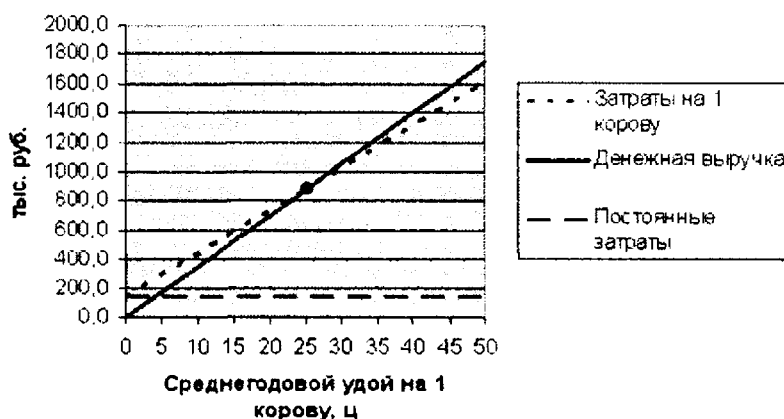


Рис. 7. График безубыточности производства молока в СПК «Боричевичи»

После достижения точки максимальной эффективности вступает в силу закон убывающей доходности. Предельные издержки на каждую единицу продукции растут. Расчет оптимального уровня производства молока в СПК «Боричевичи» представлен в табл. 3.

Данные табл. 3 свидетельствуют о том, что при росте удоя до 4500 кг на корову наблюдается снижение затрат на 1 корову и 1 ц молока. Однако при достижении надоя в 4500 кг отме-

чается значительный прирост затрат. Это связано с удорожанием кормов, вызванным изменением их структуры (увеличивается удельный вес концентратов, в их состав включаются дорогостоящие белково-витаминные добавки и шрот), а также с необходимостью применения новейшего оборудования и т. п. Максимальная прибыль на корову (306 тыс. руб.) и на 1 ц молока (6,8 тыс. руб.) достигается при годовом надое, равном 4500 кг.

Таблица 3. Определение оптимального уровня производства молока

Показатели	Молочная продуктивность, ц								
	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Затраты на 1 гол., тыс. руб.	720	890	968	1120	1249	1269	1454	1652	1905
Затраты на 1 ц молока, тыс. руб.	36,0	35,6	32,3	32,0	31,2	28,2	29,1	30,0	31,8
Прирост затрат на 1 гол., тыс. руб.	—	170	78	152	129	20	182	198	253
Предельные издержки, тыс. руб./ц	—	6,8	2,6	4,3	3,2	0,4	3,6	3,6	4,2
Рыночная цена, тыс. руб./ц	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Выручка, тыс. руб./гол.	700	875	1050	1225	1400	1575	1750	1925	2100
Прирост выручки, тыс. руб./гол.	—	175	175	175	175	175	175	175	175
Предельный доход, тыс. руб./ц	—	35	35	35	35	35	35	35	35
Предельная прибыль, тыс. руб./ц	—	28,2	32,4	30,7	31,8	34,6	31,4	31,2	30,8
Прибыль, тыс. руб./ц	-1,0	-0,6	2,7	3,0	3,8	6,8	5,9	5,0	3,3
Прибыль, тыс. руб./гол.	-20	-15	82	105	151	306	296	273	195
Рентабельность, %	-2,8	-1,7	8,5	9,4	12,1	24,1	20,4	16,5	10,2

Примечание. Рассчитано авторами.

Результаты расчетов позволяют сделать вывод: для повышения эффективности молочного скотоводства особый интерес представляют следующие мероприятия:

- варьирование уровней кормления, видов и типов рационов соответственно ожидаемой продуктивности;
- использование так называемой асинхронной продуктивности различных пород и возрастных групп молочного стада;
- планирование форвардных и фьючерсных операций в сфере межрегионального сотрудничества, заключение торговых соглашений с использованием прогнозов продуктивности животных и конъюнктуры рынка [4].

Перечень этих мероприятий по существу определяет собой ситуационный базис для управления агроэкономическим риском [5, 6]. Вместе

с тем очевидно то, что это управление базируется в основном на результатах прогнозной модели.

Целесообразно привести перечень условий, выполнение которых обеспечит снижение специфических рисков хозяйственной деятельности в молочном скотоводстве:

- активизация деятельности служб маркетинга с целью дифференциации ценовой политики;
- укрепление связей между предприятиями сельского хозяйства, переработки и торговли (усиление процесса агропромышленной интеграции);
- признание ведущей роли предприятий-производителей сырья в процессе агропромышленной интеграции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бережная Е. В., Бережной В. И. Математические методы моделирования экономических систем. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 368 с.
2. Яновский Л. П. Принципы, методология и научное обоснование урожая по технологии «Зонт». – Воронеж, 2000. – 379 с.
3. Годовые отчеты СПК «Боричевичи» за 1970–2006 гг.

4. Векленко В. И. Экономические проблемы устойчивости и повышения эффективности земледелия. – Курск, Курская сельскохозяйственная академия, 1999. – 352 с.
5. Лопатников Л. И. Экономико-математический словарь. – М.: Наука, 1987. – 510 с.
6. Управление риском: Риск. Устойчивое развитие. Синергетика. – М.: Наука, 2001. – 431 с.

РЕЗЮМЕ

Инновационное развитие экономики в современном высокотехнологичном глобализирующемся мире требует поиска новых методов анализа развития социально-экономических процессов и их прогнозирования. Традиционные методы не всегда позволяют адекватно описать поведение и развитие экономических систем. Для более точного прогнозирования в экономике целесообразно использовать элементы фрактального анализа, принципы локальной экзогенности и глобальной детерминированности, долговременную память временных рядов, позволяющую учитывать синергетическое воздействие производственных и рискованных факторов. В статье моделируется молочная продуктивность коров на примере конкретного сельскохозяйственного предприятия.

SUMMARY

There is innovative development of economy demands search new methods of the analysis development and forecasting of social and economic processes in the modern hi-tech globalized world. Traditional methods not always allow to describe adequately behaviour and development of economic systems. For more exact forecasting in economy it is expedient to use fractal analysis elements, a principle local exogeneity and global determinancy, long-term memory time numbers which allows to consider sinergetic influence factors of manufacture and brave factors. Milk efficiency is modeled on the given methodological positions at the agricultural enterprise.

Поступила 17.07. 2007